

## Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya alkalmazása. I.

### A <sup>15</sup>Nitrosol-28 transzformációjának tanulmányozása modellkísérletben

LATKOVICS GYÖRGYNÉ, TISCHLER MÁRTON és PINKÓCZY KÁLMÁN

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete és  
Mezőgépfeljesztő Intézet, Budapest

A folyékony műtrágyák gyártása és felhasználása az utóbbi években jelentősen megnőtt, amely többnyire a cseppfolyós ammónia és a N-oldatok felhasználásának nagyarányú növekedésével függ össze.

A nyomás nélküli N-oldatok felhasználása az USA-ban a cseppfolyós ammónia után a második helyet foglalja el és fokozatosan nő a felhasználás aránya, 1977-ben 5,26 millió tonnát használtak fel (ACHORN [1]).

A nitrogénoldatok, a karbamid-ammóniumnitrát-oldatok alkalmazása az európai országokban is (NSZK, Franciaország, Dánia, Belgium) gyorsan terjednek. A N-oldatműtrágyák használata veszélytelen és biztonságos. Alkalmazásuk kevésbé függ az időjárástól és a talaj állapotától. Könnyen, a növény igényeinek megfelelően, pontosan adagolhatók, mikroelemekkel és növényvédőszerrel többnyire együtt alkalmazhatók. Könnyebb a kezelésük, a tárolásuk és a talajba juttatásuk, mint a szilárd műtrágyáké. Felhasználásuk során a legmodernebb technika is alkalmazható.

Hátrányuk viszont, hogy tárolásukhoz, szállításukhoz és talajba juttatásukhoz speciális felszerelések és gépek szükségesek. A Nemzetközi Műtrágya Konferencián [7], elhangzott előadásokból azonban az is kitűnt, hogy az oldatműtrágyák kijuttatásánál alkalmazott gépek az utóbbi 10 évben jelentősen fejlődtek, bővült a választékuk és alkalmazásuk gépesítése megoldható.

Hazánkban is állítanak elő karbamid-ammónium-nitrát oldatműtrágyát Nitrosol-28 (Péti Nitrogénművek) és Hidronit-30 (Borsodi Vegyi Kombínát) elnevezéssel. Hatásukról és alkalmazásuk lehetőségeiről ÓRFFY [6], KOMÁR, PÁZMÁNYNÉ és SÁRVÁRI [5], továbbá KADLICKO és KISS [3, 4] számoltak be.

N-oldatműtrágyával végzett eddigi kísérletek alapján pozitív eredményekről számoltak be, esetenként a szilárd N-műtrágya hatásával azonos termést kaptak, míg máskor az oldatműtrágyák nagyobb terméstöbbletet eredményeztek.

A szállítás, a tárolás és talajba juttatás módjával kapcsolatban is nagyszámú hazai és külföldi eredmény és széleskörű tapasztalat áll rendelkezésünkre. Az N-oldatműtrágyák injektálására a Mezőgépfeljesztő Intézet (MEFI) az utóbbi években az SI, illetve később egy továbbfejlesztett SIG jelű tárcsás-késes injektáló testtel ellátott sorközi modellgépet alakított ki. A gép lényegében vontatott alapgépből és arra három ponton függesztési rendszerrel felszerelt

művelőkeretből áll. A SIG injektáló elem egy tárcsa mögött elhelyezett kés, majd amögött cső, amely 4–6 cm mélyen vezeti be nyomás alatt a folyékony műtrágyát a talajba (1. ábra).

A búza és kukorica kísérletek injektálása a 2. és 3. ábrán látható. A SIG jelű injektáló gép sikerrel alkalmazható alap- és fejtrágyázásra. Több éven át végzett kísérletek pozitív eredményekről adnak számot [2, 8].

A Mezőgépfelkészítő Intézet továbbra is széleskörű vizsgálatokat folytat a Nitrosol-28 oldattrágya talajba juttatásával kapcsolatban, és olyan technológiai eljárás kialakításán dolgozik, amely egyidejűleg takarékos tápanyagfelhasználást és a növény igényének megfelelő tápanyagellátást biztosít. Adatokat kívánnak szerezni arra vonatkozólag, hogy az általuk kifejlesztett „SIG” géppel a vegetáció folyamán beinjektált N-oldattrágya milyen mértékben hat a talaj ásványi N-frakcióira, hogyan befolyásolja a növények N-felvételét. A fenti kérdés tanulmányozására a MEFI az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetét bízta meg, hogy az általuk beállított üzemi kísérletben növény- és talajvizsgálatokat végezzen, továbbá modell- és mikroparcellás kísérletben a Nitrosol-28 oldattrágya hatását és átalakulási folyamatait tanulmányozzák.

A kísérletben jelzett  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  oldattrágyát használtunk, amelyet jelzett  $\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2$  és  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$  vegyületekből a Péti Nitrogénművek kísérleti laboratóriumában gyártottak le, amelyért ezúton is köszönetünket fejezzük ki.

A  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  oldattrágya hatásának tanulmányozása során modell-kísérletben vizsgáltuk a talajba adott  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  hatását a talaj egyes N-frakcióira, elsősorban a  $\text{NO}_3\text{—N}$  és az  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalomra az érlelés folyamán.



1. ábra  
A SIG modellgép injektáló része

A  $^{15}\text{N}$  relatív gyakoriság alapján számított értékekből arról tájékozódhatunk, hogy a talaj N-frakcióiban bekövetkezett változás milyen arányban származik a jelzett  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  oldattrágyából.

### Kísérleti anyag és módszer

A kísérlethez a Mezőgépfelkészítő Intézet hartai kísérleti bázisának helyéről, a Lenin MgTSz C<sub>7</sub> jelű táblája talajának felső szántott rétegéből származó átlagmintát használtuk, vizsgálati adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

A kísérlethez felhasznált átlag talajminta fontosabb jellemzői

pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	8,1	e) $K_A = 46$	
pH <sub>KCl</sub>	7,6	f) A szemcsefrakciók %-os mennyisége, mm	
CaCO <sub>3</sub> %	25,0	>0,25	0,9
a) Összes s <sub>0</sub> %	0,08	0,25–0,05	12,4
b) Humusz %	2,07	0,05–0,02	23,3
c) S-érték	31,15	0,02–0,01	13,3
d) Kicserélhető kationok		0,01–0,005	10,8
mgé/100 g talaj	S-érték %-ában	0,005–0,002	10,4
Ca <sup>2+</sup>	24,90	<0,002	28,9
Mg <sup>2+</sup>	5,09		
Na <sup>+</sup>	0,52		
K <sup>+</sup>	0,64		

A kísérlethez az edényekbe 200 g 2 mm-es szemcseméretű légszáraz talajt mértünk be. A kezelt talajok egy részéhez 29,915 mg nitrogénnek megfelelő, jelzett  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  oldattrágyát, másik részéhez 30 mg nitrogénnek megfelelő karbamid oldatot adtunk 100 g talajra számítva. A talaj nedvességtartalmát a teljes vízkapacitás 60%-án tartottuk. A lezárt edényeket termosztátba helyeztük és hosszabb időn át 30 °C-on tartottuk. Az érlelés folyamán rendszeresen vettünk mintát és meghatároztuk a talaj  $\text{NO}_3\text{—N}$  és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  nitrogén tartalmát, az utolsó mintavételnél a kötött  $\text{NH}_4\text{—N}$  és az összes nitrogén mennyiségét is.

### A talaj $\text{NO}_3\text{—N}$ és kicserélhető $\text{NH}_4\text{—N}$ tartalmának változása az érlelés alatt

Az inkubáció kezdetén a kezeletlen talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalma igen alacsony, és lényegesen nem változott az érlelés során. A  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  már a talajba adást követő első napon is jelentősen — szignifikánsan növelte a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalmát, 16,31 mg  $\text{NH}_4\text{—N}/100$  g talaj értéket mértünk. A második napon a  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  karbamid komponensének hidrolízise következtében tovább növekedett a kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalom, majd az érlelés további szakaszában folyamatosan, szignifikánsan csökkent és az utolsó mintavételnél mindössze 1,13 mg/100 g talaj. A karbamid műtrágya szintén jelentősen növelte a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalmát, a maximumot a 2.–3. napon mutattuk ki, amikor is a talaj kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalma elérte a 25,3 mg-ot. A további érlelés során szignifikánsan csökkent az  $\text{NH}_4\text{—N}$  meny-

2. táblázat

A kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  változása az inkubáció alatt (mg/100 g talaj)

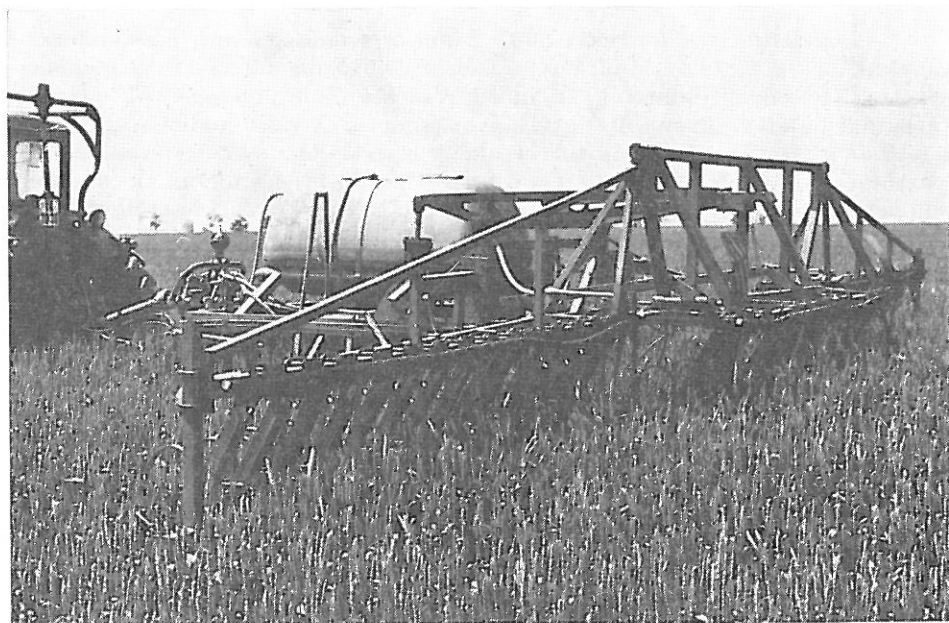
(1) Kezelés	(2) Érlelési idő, nap									
	1.	2.	3.	4.	6.	8.	10.	13.	22.	Átlag
A) Kezeletlen	0,22	0,28	0,15	0,30	0,27	0,23	0,17	0,20	0,68	0,28
B) $^{15}\text{Nitrosol-28}$	16,31	20,62	18,09	18,18	16,67	14,38	11,27	8,09	1,13	13,86
C) Karbamid	13,26	25,30	25,00	23,55	21,74	16,47	12,30	7,30	1,18	16,23
D) Átlag	9,93	15,40	14,42	14,01	12,89	10,36	7,91	5,20	0,99	10,12

(3)  
Variancia táblázat

(4) Tényező	sq	Fq	mq	F	SzD <sub>5</sub> %
a) Kezelés	4002,23	2	2001,12	1511,79***	0,6
b) Inkubációs idő	1634,77	8	204,35	154,38***	1,1
c) Kölcsönhatás	983,07	16	61,44	46,42***	1,9
d) Hiba	71,48	54	1,32367		
e) Összesen	6691,55	80	83,64	CV = 11,4	

nyisége és az utolsó mintavételnél a  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  kezeléshez hasonlóan igen alacsony értéket — 1,18 mg-ot mértünk (2. táblázat).

A 3. táblázatban a  $\text{NO}_3\text{—N}$  tartalomra vonatkozó adatokat mutatjuk be. Mint az adatokból is kitűnik a  $^{15}\text{Nitrosol-28}$   $\text{NO}_3\text{—N}$  komponensének hatá-



2. ábra

 $^{15}\text{Nitrosol-28}$  injektálás őszi búzában

3. táblázat

A  $\text{NO}_3\text{—N}$  mennyiségének változása az érlelés alatt (mg/100 g talaj)

(1) Kezelés	(2) Érlelési idő, nap									
	1.	2.	3.	4.	6.	8.	10.	13.	22.	Átlag
A) Kezeletlen	3,29	3,29	3,26	3,09	2,92	5,32	3,81	3,64	2,24	3,43
B) $^{15}\text{Nitrosol-28}$	10,01	11,26	11,20	10,96	12,22	15,46	17,48	19,58	26,39	14,95
C) Karbamid	3,53	3,82	3,69	5,13	6,56	12,30	15,49	19,93	25,43	10,65
D) Átlag	5,61	6,12	6,05	6,39	7,23	11,03	12,26	14,38	18,02	9,68

(3)  
Variance táblázat

(4) Tényező	sq	Fq	Mq	F	SzD <sub>6</sub> %
a) Kezelés	1829,90	2	914,95	322,7***	0,92
b) Inkubációs idő	1433,74	8	179,22	63,2***	1,60
c) Kölesönhatás	856,90	16	53,56	18,9***	2,76
d) Hiba	153,12	54	2,83549		
e) Összesen	4273,67	80	53,42	CV = 17,4	

sára már a talajba keverés utáni napon többszörösére nőtt a talaj  $\text{NO}_3\text{—N}$  tartalma. Az érlelés alatt az oldattrágyában levő  $\text{NH}_4\text{—N}$ , továbbá a karbamid hidrolízise során keletkezett  $\text{NH}_4\text{—N}$  nitrifikációja következtében jelentősen nőtt a talaj  $\text{NO}_3\text{—N}$  tartalma és az utolsó mintavételnél, a 22. napon elérte a 26,39 mg-ot. A karbamid műtrágya a talajba juttatás utáni 5. napon növelte szignifikánsan a talaj  $\text{NO}_3\text{—N}$  tartalmát. Az érlelés folyamán a talaj  $\text{NO}_3\text{—N}$



3. ábra

$^{15}\text{Nitrosol-28}$  injektálás kukorica táblán

## 4. táblázat

A talaj ásványi N-tartalmának változása a kezelések hatására (mg/100 g talaj)

(1) Kezelés	(2) Érlelési idő, nap									
	1.	2.	3.	4.	6.	8.	10.	13.	22.	Átlag
A) Kezeletlen	3,51	3,57	3,41	3,38	3,19	5,55	3,98	3,84	2,92	3,71
B) <sup>15</sup> Nitrosol-28	26,32	31,87	29,29	29,14	28,89	29,83	28,75	27,67	27,51	28,81
C) Karbamid	16,79	29,12	28,69	28,68	28,30	28,77	27,79	27,23	26,61	26,88
D) Átlag	15,54	21,52	20,46	20,40	20,13	21,38	20,17	19,58	19,01	19,80

(3)  
Variancia táblázat

(4) Tényező	SQ	FQ	MQ	F	SzD <sub>5</sub> %
a) Kezelés	10539,17	2	5269,58	7901,4***	0,4
b) Inkubációs idő	228,05	8	28,51	42,7***	0,8
c) Kölcsönhatás	205,69	16	12,86	19,3***	1,3
d) Hiba	36,01	54	0,666915		
e) Összesen	11008,92	80	137,61	CV = 4,1	

## 5. táblázat

A talaj ásványi N-tartalmának műtrágyából származó része

(1) Mintavétel ideje, nap	(2) NH <sub>4</sub> -N NO <sub>3</sub> -N+ mg/100 g talaj	<sup>15</sup> N, %	(3) Trágyából származó N		(4) Ásványi N a bendott N%-ában (izotóp- indikációval számolva)
			%	mg	
1.	26,32	4,227	81,36	21,42	71,62
2.	31,87	4,409	85,21	27,16	90,73
3.	29,29	4,311	82,96	24,30	81,24
4.	29,14	4,314	83,02	24,19	80,86
6.	28,89	4,714	91,58	26,46	88,49
8.	29,83	4,750	92,34	27,55	92,06
10.	28,75	4,349	83,88	24,12	80,74
13.	27,67	3,907	74,54	20,63	68,96
22.	27,51	4,124	79,12	21,77	72,80
a) Átlag	22,81	—	83,78	21,78	80,83
SzD <sub>5</sub> %	0,8	—	12,9	4,0	13,4

menyisége tovább növekedett és az utolsó mintavételnél a <sup>15</sup>Nitrosol-28 kezelésben kapott eredményekhez hasonló adatokat kaptunk, 25,43 mg volt a NO<sub>3</sub>-N mennyisége.

A NO<sub>3</sub>-N és a kicserélhető NH<sub>4</sub>-N együttes adatait értékelve megállapítható, hogy a <sup>15</sup>Nitrosol-28 a talajba juttatás után azonnal jelentősen növelte a talaj ásványi N-tartalmát (4. táblázat), míg a karbamidnál kezdetben kisebb hatás mutatható ki. Mindkét kezelésben a maximális értékeket a talajba juttatás utáni második napon kaptuk. Az érlelés folyamán a N-immobilizáció következtében mindkét N-trágyánál a maximális értékekhez viszonyítva szig-



6. táblázat

A kezelés hatása a talaj kötött  $\text{NH}_4\text{—N}$  mennyiségére

(1) Kezelés	(2) Kötött $\text{NH}_4\text{—N}$		$^{15}\text{N}$ , %	(3) Trágyából származó N		(4) A beadott N %-ában
	mg/100 g talaj	‰		%	mg	
A) Kezeletlen —	17,49	100,0	—	—	—	—
B) $^{15}\text{Nitrosol-28}$	20,05	111,46	0,929	11,77	2,36	7,89
SzD <sub>5%</sub>	0,6	3,43	—	—	—	—

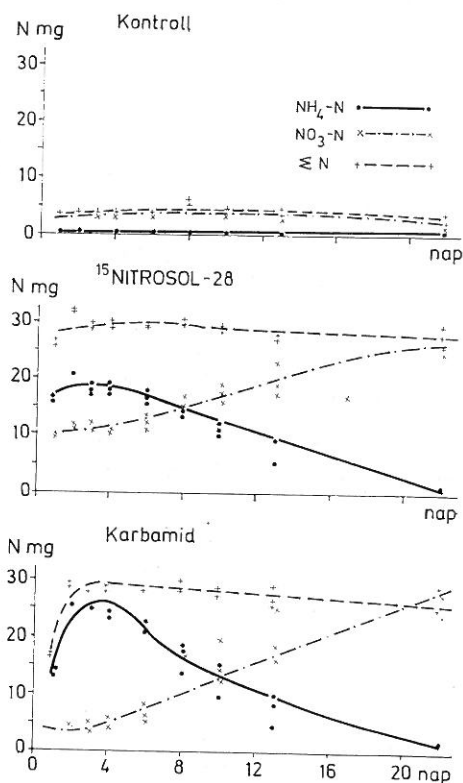
nifikánsan csökkent az ásványi nitrogén mennyiség. A két N-trágya hatása között egyes mintavételnél és a mintavételek átlagában szignifikáns különbség mutatható ki. Az azonos mennyiségben bevitt  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  szignifikánsan nagyobb mértékben növelte a talaj ásványi N-tartalmát, mint a karbamid. A 4. ábrán szemléletesen mutatjuk be a  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  és a karbamid műtrágya transzformációját.

Az ásványi N-tartalomnak a jelzett  $^{15}\text{Nitrosol-28}$ -ból származó mennyisége

A  $^{15}\text{N}$  relatív gyakoriság alapján számított értékek az 5. táblázatban találhatók. Az adatokból kitűnik, hogy az érlelés alatt meghatározott ásványi N-tartalom jelentős része — a mintavételek átlagában 83,78% — a talajba adott  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  trágyából származott. Az első mintavételnél 21,42 mg ásványi nitrogén származott a beadott nitrogén oldatból, a maximumot 27,55 mg-ot a 8. napon érte el. Ez a bevitt nitrogén mennyiségnek a talajba keverés utáni első napon 71,62%-a, a 8. napon 92%-a. Az érlelés során a 8. napig a készítmény egyik komponensének, a karbamidnak a hidrolízise során felszabadult szervesetlen nitrogén növelte, majd a talajban végbemenő N-immobilizáció csökkentette az ásványi-N, vagyis a  $\text{NO}_3\text{—N}$  és kicserélhető  $\text{NH}_4\text{—N}$  mennyiséget.

A talaj kötött  $\text{NH}_4\text{—N}$  mennyisége és az összes N-tartalom változása

A 6. táblázat adataiból kitűnik, hogy a  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  a talaj kötött  $\text{NH}_4\text{N}$  tartalmát is növelte. Az utolsó mintavételnél, a 22. napon a kontroll talaj kötött  $\text{NH}_4\text{—N}$  tartalma 17,49 mg



4. ábra  
A  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  és a karbamid műtrágya transzformációja

7. táblázat

## A kezelés hatása a talaj összes nitrogéntartalmára

(1) Kezelés	(2) Összes N mg/100 g talaj	(3) N-hiány mg	(4) A beadott N %-ában	<sup>15</sup> N, ‰	(5) Trágyából származó N		(6) N-visszanyerés izotópindikáció alapján számolva
					%	mg	
A) Kezeletlen	160,27	—	—	—	—	—	—
B) <sup>15</sup> Nitrosol-28	188,01	-2,18	92,69	1,085	14,65	27,55	92,09
SzD <sub>5%</sub>	3,0	—	—	—	—	—	—

volt, a kezeltnél 20,05 mg-ot mértünk, a kezelés hatására szignifikánsan 11,46%-kal több a fixált NH<sub>4</sub>-N mennyisége. Az <sup>15</sup>N relatív gyakoriság alapján számított értékek azt mutatják, hogy az összes kötött NH<sub>4</sub>-N mennyiségnek 11,77%-a származott a <sup>15</sup>Nitrosol-28 trágyából, és az adott viszonyok között a beadott nitrogén mennyiségnek 7,89%-a NH<sub>4</sub>-N formában kötődött meg.

A <sup>15</sup>Nitrosol-28 a talaj összes nitrogéntartalmában is kimutatható (7. táblázat). A talajba adott <sup>15</sup>Nitrosol-28 műtrágyát 92,69%-ban, illetve az izotópindikáció alapján számolva 92,09%-ban kaptuk vissza, a két módszerrel kapott értékek közel azonosak. Ez azt igazolja, hogy az adott talajon az érlelés folyamán a <sup>15</sup>Nitrosol-28 oldatrágyából a gázalakú N-veszteség elenyésző volt.

## Összefoglalás

A <sup>15</sup>Nitrosol-28 folyékony nitrogénműtrágya átalakulási folyamatait réti-csernozjom talajon beállított modellkísérletben vizsgáltuk. A N-oldatrágya szignifikánsan növelte a talaj NO<sub>3</sub>-N és kicserélhető NH<sub>4</sub>-N tartalmát. Az érlelés során kimutatott szignifikáns változások részben a <sup>15</sup>Nitrosol-28 karbamid komponensének transzformációjából, részben a talajban végbemenő N-mobilizációs-immobilizációs folyamatokból következnek.

Az adott talajon optimális hő- és nedvességsz viszonyok mellett a <sup>15</sup>Nitrosol-28 nitrogénjének jelentős részét, az utolsó mintavételnél, a 22. napon — 72,8%-át NO<sub>3</sub>-N és kicserélhető NH<sub>4</sub>-N formában mutattuk ki.

A talajba adott N-oldatrágya nitrogénjének 7,89%-a nem kicserélhető NH<sub>4</sub>-N formában kötődött meg, és ez 11,46%-kal növelte meg a talaj kötött NH<sub>4</sub>-N mennyiségét.

Az összes nitrogén mennyiség alapján végzett számítások szerint a <sup>15</sup>Nitrosol-28 oldatrágya gázalakú N-vesztesége az érlelés során elenyésző volt, a beadott N-mennyiség 92%-át összes nitrogénben visszakaptuk.

## Irodalom

- [1] ACHORN, F. P.: Fluid fertilizers and their world-wide potential. Products and Techniques for Plant Nutrient Efficiency. Proc. British Sulphur Corp. 2<sup>nd</sup> Internat. Conf. Fertilizers. Par. I. British Sulphur Corp. London. 1978.
- [2] Jelentés a „Folyékony műtrágya hasznosítás és talajbajuttatás technológiájának gépesítései” című kutatási téma keretében végzett munkáról. Mezőgépjármű Intézet. Budapest. 1979.



- [3] KADLICKO, B. & KISS, A. S.: Adatok a Hidronit-30 műtrágyázás technológiájához. Borsodi Vegyi Kombinát. Kazincbarcika Agrokémiai Tájékoztató. 5. (1) 1980.
- [4] KADLICKO, B. & KISS, A. S.: Hidronit-30 folyékony nitrogén-műtrágya alkalmazása. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. NEVIKI. Veszprém. 1980.
- [5] KOMÁR, J., PÁZMÁNY, L.-né & SÁRVÁRI, B.: Nitrosol-28 folyékony N-oldatműtrágya felhasználásának eredménye a rizstermesztésben. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. NEVIKI. Veszprém. 1980.
- [6] ÓREFFY, L.: Karbamid-ammonium-nitrát oldatműtrágya kisparcellás hasznosulási kísérleteink két éves tapasztalatai. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét, Keszthely. NEVIKI. Veszprém. 1980.
- [7] Products and Techniques for Plant Nutrient Efficiency. Proc. British Sulphur Corp. 2<sup>nd</sup> Internat. Conf. Fertilizers. Part I. and II. British Sulphur Corp. London. 1979.
- [8] TISCHLER, M.: Energiatakarékos, programozott növénytráplálás. Nemzetközi Mezőgazdasági Szemle. 24. (4) 29-34. 1980.

Érkezett: 1980. szeptember 26.

## Use of the Liquid N-fertilizer "Nitrosol-28". I. Investigation of the Transformation of <sup>15</sup>Nitrosol-28 in a Model Trial

I. LATKOVICS, M. TISCHLER and K. PINKÓCZY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,  
and Institute for Development of Agricultural Machines, Budapest

### Summary

In the last years the production and the use of liquid N-fertilizers — especially that of urea — an ammonium nitrate solutions — has increased significantly. In Hungary the liquid N-fertilizers „Nitrosol-28” and „Hidronit-30” are current.

To study the transformation of the liquid N-fertilizer „Nitrosol-28” in the soil, a pot experiment with a meadow chernozem soil was started. In the experiment the liquid fertilizer was applied in labelled form. This labelled solution was produced from urea and ammonium nitrate both labelled — by the experimental laboratory of the Nitrogen Works in Pé. Each pot received either an aliquot of the liquid fertilizer containing 59.83 mg N, or one of an urea-solution containing 60 mg N.

The moisture content of the soil was 60% of the total water capacity. The pots closed thoroughly were left to stand at 30 °C in a thermostat. During incubation samples were taken continuously and the NO<sub>3</sub>-N-, as well as the exchangeable NH<sub>4</sub>-N-content of them were determined. In the case of the last sampling the quantity of the fixed NH<sub>4</sub>-N and the total quantity of the N were determined too.

„<sup>15</sup>Nitrosol-28” increased on the first day after the fertilizer application the content of the exchangeable NH<sub>4</sub>-N, the quantity of which was enlarged furthermore by the hydrolysis of the urea, but later on it decreased constantly by nitrification processes and reached the value of 1.13 mg/100 g soil at the last sampling.

The NO<sub>3</sub>-N-content of the soil also increased to a manifold of the one of the control treatment when applying „<sup>15</sup>Nitrosol-28” even on the first sampling day and the quantity of it enlarged constantly during the incubation. This can be explained with the nitrification of NH<sub>4</sub>-N originating from the urea and from the NH<sub>4</sub>-N of the liquid fertilizer by hydrolysis.

The significant changes in the quantities of mineral N, NO<sub>3</sub>-N and exchangeable NH<sub>4</sub>-N are the results of the transformation of the urea-component of „<sup>15</sup>Nitrosol-28” and of the N-mobilization and immobilization processes in the soil.

At the last sampling (on the 22th day) at optimal temperature and moisture conditions the major part (72.8 per cents) of the N-content of „<sup>15</sup>Nitrosol-28” could be detected in the form of NO<sub>3</sub>-N and exchangeable NH<sub>4</sub>-N in the investigated soil. 7.89 per cents of the N of the applied liquid fertilizer were fixed in not-exchangeable forms. Thus the fixed NH<sub>4</sub>-N-content of the soil was increased by 11.46%.

On the basis of the calculations concerning the total quantity of N the gaseous losses of the liquid fertilizer „<sup>15</sup>Nitrosol-28” were insignificant: 92 per cents of the given N could be detected in the total quantity of N.

*Table 1.* Main characteristics of the soil sample investigated. a) Total salt content, %; b) Humus %; c) S-value; d) Exchangeable cations, me/100 g soil and in per cents of the S-value; e) Sticky number according to Arany; f) Percentual quantities of particle fractions, mm.

*Table 2.* Changes in the exchangeable  $\text{NH}_4\text{—N}$  content during incubation (mg/100 g soil). (1) Variants: A) Untreated control; B)  $^{15}\text{Nitrosol-28}$ ; C) Urea; D) Average. (2) Duration of incubation, in days, mean. (3) Table of variance. (4) Factors: a) Variants; b) Duration of incubation; c) Interaction; d) Error; e) Total.

*Table 3.* Changes in the  $\text{NO}_3\text{—N}$  content during incubation (mg/100 g soil). Signs: see Table 2.

*Table 4.* Changes in the mineral N-content of the soil as an effect of the variants (mg/100 g soil). Signs: see Table 2.

*Table 5.* The mineral N-content of the soil originating from the fertilizer. (1) Date of sampling, days; a) Mean. (2)  $\text{NH}_4\text{—N} + \text{NO}_3\text{—N}$  mg/100 g soil. (3) N originating from the fertilizer, % and mg. (4) Mineral N in per cents of fertilizer N (calculated by isotope indication).

*Table 6.* Effect of fertilization on the fixed  $\text{NH}_4\text{—N}$ -content of the soil. (1) Variants: A) Untreated control; B)  $^{15}\text{Nitrosol-28}$ . (2) Fixed  $\text{NH}_4\text{—N}$  mg/100 g soil and %. (3) N originating from the fertilizer, % and mg. (4) N in per cents of the given N.

*Table 7.* Effect of fertilization on the total N-content of the soil. (1) Variants: see Table 6. (2) Total N mg/100 g soil. (3) N-losses mg. (4) In per cents of given N. (5) N originating from the fertilizer, % and mg. (6) N-recovery calculated by isotope indication.

*Fig. 1.* Injector of the model machine SIG.

*Fig. 2.* Injection of  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  under winter wheat.

*Fig. 3.* Injection of  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  on a maize field.

*Fig. 4.* Transformation of the fertilizers  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  and urea. Abscisse: Days.

## Anwendung des Flüssigen N-Düngemittels "Nitrosol-28". I. Untersuchung der Transformation von $^{15}\text{Nitrosol-28}$ in einem Modellversuch

I. LATKOVICS, M. TISCHLER und K. PINKÓCZY

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, und Entwicklungsinstitut für Landwirtschaftsmaschinen, Budapest

### Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die Herstellung und die Anwendung von N-Flüssigdüngern, in erster Linie die der Harnstoff-Ammoniumnitrat-Lösungen, bedeutend zugenommen. In Ungarn werden die N-Flüssigdünger „Nitrosol-28“ und „Hidronit-30“ verwendet.

Zwecks Studium der Umwandlungsprozesse des in den Boden gegebenen Flüssigdüngers „Nitrosol-28“ wurde ein Gefäßversuch auf einem Wiesenschernozemboden vorgenommen. Im Versuch wurde der Flüssigdünger in mit  $^{15}\text{N}$  markierter Form verwendet, den die Stickstoffwerke Péti aus mit  $^{15}\text{N}$  markiertem Harnstoff und Ammoniumnitrat im Versuchslaboratorium hergestellt haben. Die einzelnen Gefäße erhielten entweder 59,83 mg N in Form von Flüssigdünger oder eine 60 mg N enthaltende Harnstoff-Lösung.

Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens betrug 60% der gesamten Wasserkapazität. Die Gefäße blieben bei 30 °C längere Zeit abgeschlossen im Thermostat stehen. Im Laufe der Inkubation wurden ständig Proben genommen und der  $\text{NO}_3\text{—N}$ - sowie der austauschbare  $\text{NH}_4\text{—N}$ -Gehalt des Bodens, und bei der letzten Probenahme auch das gebundene  $\text{NH}_4\text{—N}$ , sowie die Gesamtmenge des N bestimmt.

Das  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  erhöhte am ersten Tag nach seiner Einbringung in den Boden den austauschbaren  $\text{NH}_4\text{—N}$ -Gehalt desselben signifikant, der infolge Hydrolyse der Harnstoff-Komponente weiter zunahm, dann aber infolge Nitrifikation stetig abnahm und bei der letzten Probenahme insgesamt 1,13 mg/100 g Boden betrug.

Der  $\text{NO}_3\text{—N}$ -Gehalt des Bodens erhöhte sich infolge der Wirkung von  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  im Verhältnis zur Kontrolle schon am ersten Tag auf ein Vielfaches und nahm während der Inkubation ständig zu, teils infolge der Nitrifikation des in dem Flüssigdünger befindlichen  $\text{NH}_4\text{—N}$ , teils infolge der Nitrifikation des im Laufe der Hydrolyse des Harnstoffes entstandenen  $\text{NH}_4\text{—N}$ .

Die im Laufe der Inkubation auftretenden signifikanten Änderungen im mineralischen N-, im  $\text{NO}_3\text{-N}$ - und im austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt des Bodens sind Folgen der Transformation der Harnstoff-Komponente des  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  und der sich im Boden vollziehenden N-Mobilisations- und -Immobilisationsvorgänge.

In dem untersuchten Boden wurde ein bedeutender Teil (72,8%) des Stickstoffes von  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  bei optimalen Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen gelegentlich der letzten Probenahme (am 22. Tag) in Form von  $\text{NO}_3\text{-N}$  und austauschbarem  $\text{NH}_4\text{-N}$  nachgewiesen. 7,89% des Stickstoffes des Flüssigdüngers wurde in nicht-austauschbarer Form gebunden und dies hatte eine Erhöhung der im Boden gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Menge um 11,46% zur Folge.

Laut den Berechnungen war der gasförmige N-Verlust des Flüssigdüngers  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  im Laufe der Inkubation sehr gering, 92% der gegebenen N-Menge erhielten wir im gesamten N-Gehalt zurück.

Tab. 1. Wichtigere Kennwerte des Versuchsbodens. a) Gesamter Salzgehalt, %; b) Humusgehalt, %; c) S-Wert; d) Austauschbare Kationen mval/100 g Boden, und im % des S-Wertes; e) Bindigkeitszahl nach Arany; f) Körnungsfractionen in %, mm.

Tab. 2. Änderungen im austauschbaren  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt im Laufe der Inkubation (mg/100 g Boden). (1) Varianten: A) Unbehandelte Kontrolle; B)  $^{15}\text{Nitrosol-28}$ ; C) Harnstoff; D) Mittelwert. (2) Inkubationsdauer in Tagen. (3) Varianztabelle. (4) Faktoren: a) Varianten; b) Inkubationsdauer; c) Wechselwirkung; d) Fehler; e) insgesamt.

Tab. 3. Änderungen im  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im Laufe der Inkubation (mg/100 g Boden). Bezeichnungen: s. Tab. 2.

Tab. 4. Änderungen im mineralischen N-Gehalt des Bodens infolge der Varianten (mg/100 g Boden). Bezeichnungen: s. Tab. 2.

Tab. 5. Der aus dem Mineraldünger stammende Anteil des mineralischen N-Gehaltes im Boden. (1) Zeitpunkt der Probenahme, Tag, a) Mittelwert. (2)  $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$  mg/100 g Boden. (3) Der aus dem Mineraldünger stammende Stickstoff in % und mg. (4) Mineralischer N-Gehalt in % des mit dem Düngemittel zugeführten N (mit Isotopenindikation berechnet).

Tab. 6. Einfluss der Düngungsvarianten auf den gebundenen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt des Bodens. (1) Varianten: A) Unbehandelte Kontrolle; B)  $^{15}\text{Nitrosol-28}$ . (2) Gebundenes  $\text{NH}_4\text{-N}$  mg/100 g Boden und %. (3) Aus dem Düngemittel stammendes N, % und mg. (4) In % des zugeführten N.

Tab. 7. Einfluss der Düngungsvarianten auf den gesamten N-Gehalt des Bodens. (1) Varianten: s. Tab. 6. (2) Gesamtes N mg/100 g Boden. (3) N-Verlust, mg. (4) In % des zugeführten N. (5) Aus dem Düngemittel stammendes N, % und mg. (6) Rückgewinnung des N mit Hilfe von Isotopenindikation berechnet.

Abb. 1. Injektor der SIG Modellmaschine.

Abb. 2. Injizierung von  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  unter Winterweizen.

Abb. 3. Injizierung von  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  auf einem Maisfeld.

Abb. 4. Transformation von  $^{15}\text{Nitrosol-28}$  und vom Harnstoff.

## Использование жидкого азотного удобрения Нитросол 28. I. Изучение в модельном опыте трансформации $^{15}\text{Нитросол-28}$

И. ЛАТКОВИЧ, М. ТИШЛЕР и К. ПИНКОЦИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук и  
Институт усовершенствования сельскохозяйственных машин, Будапешт

### Резюме

В последнее время значительно возросло производство и использование жидких азотных минеральных удобрений, в первую очередь мочевины-нитрата аммония. В Венгрии используют жидкие азотные минеральные удобрения Нитросол-28 и Гидронит-30.

Для изучения процесса преобразования внесенного в почву раствора Нитросол-28, заложили вегетационный-модельный опыт с луговым черноземом. В опыте использовали меченный  $^{15}\text{Нитросол-28}$ , полученный из меченных соединений  $\text{CO}/^{15}\text{NH}_2$  и  $^{15}\text{NH}_4^{15}\text{NO}_3$  в лаборатории Петского Азотокомбината. Соответственно вариантам, в каждый сосуд вносили раствор азотного удобрения из расчета 59,83 мг азота и раствор мочевины из расчета 60 мг азота.

Влажность почвы составляла 60% от общей влагоемкости. Закрытые сосуды продолжительное время выдерживали в термостате при температуре 30°C. В ходе инкубации систематически брали образцы и определяли содержание  $\text{NO}_3\text{--N}$  и обменного  $\text{NH}_4\text{--N}$  в последних образцах — содержание связанного  $\text{NH}_4\text{--N}$  и общего азота.

<sup>15</sup>Нитросол-28, на второй день после внесения в почву достоверно увеличил содержание в почве обменного аммонийного азота, которое постепенно увеличивалось в результате гидролиза мочевины, а затем постепенно снижалось под влиянием процесса нитрификации и при последнем взятии образцов составляло всего 1,13 мг/100 г почвы.

Уже в день взятия первых образцов содержание в почве нитратного азота под влиянием внесения <sup>15</sup>Нитросол-28 увеличилось в несколько раз по сравнению с контролем, в ходе инкубации оно постоянно возрастало в результате нитрификации  $\text{NH}_4\text{--N}$ , частью образующегося в процессе гидролиза карбамида, частью, уже содержащегося в растворе удобрения.

Достоверные изменения содержания в почве минерального азота, количества  $\text{NO}_3\text{--N}$  и обменного  $\text{NH}_4\text{--N}$  в ходе инкубации объясняются трансформацией компонента <sup>15</sup>Нитросол-28 мочевины и процессами мобилизации и иммобилизации азота, проходящими в почве.

В оптимальных условиях температуры и влажности данной почвы значительная часть азота <sup>15</sup>Нитросол-28, при последнем взятии образцов, на 22 день — 72,8%, находилась в форме нитратного азота и обменного аммиачного азота. 7,89% азота, внесенного в почву с раствором азотного удобрения, связалось не в обменной форме и это на 11,46%-ов увеличило содержание в почве связанного  $\text{NH}_4\text{--N}$ .

Расчеты, проведенные на основе общего содержания азота, показали незначительные потери в ходе инкубации газообразного азота <sup>15</sup>Нитросол-28, 92% от внесенного азота получили обратно в виде общего азота.

Табл. 1. Основные показатели для среднего образца почвы, использованной в опыте. а) Общее содержание солей в %. б) Гумус в %. в) Величина S. (Содержание обменных катионов в мг. экв/100 г почвы и в % от S. г) Связность по Арань. д) Механические фракции в %, мм.

Табл. 2. Изменение содержания обменного  $\text{NH}_4\text{--N}$  в период инкубации, мг/100 г почвы. (1) Вариант: А) Необработанный контроль. В) <sup>15</sup>Нитросол-28. С) Мочевина. Д) Среднее. (2) Время инкубации, в днях, среднее. (3) Вариационная таблица. (4) Факторы: а) вариант. б) время инкубации. в) взаимодействие. г) ошибка. д) всего.

Табл. 3. Изменение содержания  $\text{NO}_3\text{--N}$  в период инкубации, мг/100 г почвы. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 4. Изменение содержания минерального азота под влиянием обработок, мг/100 г почвы. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 5. Часть количества минерального азота в почве, происходящая из минерального удобрения. (1) Время взятия образца, день. а) среднее, (2)  $\text{NH}_4\text{--N} + \text{NO}_3\text{--N}$  мг/100 г почвы. (3) Азот из минерального удобрения в % и мг. (4) Минеральный азот в % от внесенного азота (рассчитано методом изотопной индикации).

Табл. 6. Влияние вариантов на содержание в почве связанного  $\text{NH}_4\text{--N}$ . (1) Вариант А) Необработанный контроль. В) <sup>15</sup>Нитросол-28. (2) Связанный  $\text{NH}_4\text{--N}$ , мг/100 г почвы и в %. (3) Азот из минерального удобрения в % и мг. (4) В % от внесенного азота.

Табл. 7. Влияние вариантов на содержание общего азота в почве. (1) Вариант (смотри в таблице 6). (2) Общий азот в мг/100 г почвы. (3) Недостаток азота мг. (4) В % от внесенного азота. (5) Азот из минерального удобрения в % и мг. (6) Обратно получаемый азот, расчеты вели на основе изотопной индикации.

Рис. 1. Модельная машина SIG, инъектирующая часть.

Рис. 2. Внесение <sup>15</sup>Нитросол-28 под озимую пшеницу.

Рис. 3. Внесение <sup>15</sup>Нитросол-28 в кукурузном поле.

Рис. 4. Трансформация минерального удобрения <sup>15</sup>Нитросол-28 и мочевины. По горизонтальной оси: количество дней.